

Estratégias de controle de *Amaranthus palmeri* resistente a herbicidas inibidores de EPSPs e ALS



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrossilvipastoril
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 9

Estratégias de controle de *Amaranthus palmeri* resistente a herbicidas inibidores de EPSPs e ALS

*Fernanda Satie Ikeda
Sidnei Douglas Cavalieri
Felix de Moraes Lima Júnior
Luis Henrique Metz
Bárbara Thaís da Fonseca*

***Embrapa Agrossilvipastoril
Sinop, MT
2019***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agrossilvipastoril
Rodovia MT-222, Km 2,5, C. P. 343
CEP 78550-970, Sinop, MT
Fone: (66) 3211-4220
Fax: (66) 3211-4221
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Flavio Jesus Wruck

Secretária-Executiva
Fernanda Satie Ikeda

Membros
*Aisten Baldan, Alexandre Ferreira do Nascimento,
Daniel Rabelo Ituassú, Dulândula Silva Miguel Wruck,
Jorge Lulu, Rodrigo Chelegão, Silvio Tulio Spera,
Vanessa Quitete Ribeiro da Silva*

Normalização bibliográfica
Aisten Baldan (CRB 1/2757)

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Renato da Cunha Tardin Costa

Foto da capa
Luis Henrique Metz

1ª edição
Publicação digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agrossilvipastoril

Estratégias de controle de *Amaranthus palmeri* resistente a herbicidas inibidores
de EPSPs e ALS / Fernanda Satie Ikeda ... [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa,
2019.

PDF (29 p.) : il. color.; 22cm. – (Documentos / Embrapa Agrossilvipastoril,
ISSN 2359-6600; 9).

1. Planta Daninha. 2. *Amaranthus palmeri*. 3. Herbicida. 4. Controle cultural.
I. Cavaliere, Sidnei Douglas. II. Lima Júnior, Felix de Moraes. III. Metz, Luiz
Henrique. IV. Fonseca, Bárbara Thaís da. V. Embrapa Agrossilvipastoril. VI. Título.
VII. Série

CDD 632.58

Autores

Fernanda Satie Ikeda

Engenheira agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Sidnei Douglas Cavalieri

Engenheiro agrônomo, doutor em Agricultura, pesquisador da Embrapa Algodão, Sinop, MT

Felix de Moraes Lima Júnior

Engenheiro agrônomo, assistente técnico de vendas da Lavoro, Brasnorte, MT

Luis Henrique Metz

Engenheiro agrônomo, assistente técnico de desenvolvimento de mercado da Impacto Insumos Agrícolas, Sinop, MT

Bárbara Thaís da Fonseca

Engenheira agrônoma, consultora da Lavoro, Juara, MT

Sumário

<i>Amaranthus palmeri</i> no Brasil e no mundo	5
Identificação correta da espécie	8
Biologia e controle de <i>A. palmeri</i>	10
Agradecimentos	23
Referências	24

Amaranthus palmeri no Brasil e no mundo

No Brasil, após o primeiro relato da ocorrência de *Amaranthus palmeri* em 2015 (Andrade Júnior et al., 2015), a espécie foi considerada em erradicação no estado de MT primeiramente pela Instrução Normativa nº. 47 e depois pela de nº. 86 publicadas pelo Indea-MT em 2015 (Mato Grosso, 2015a, 2015b). Desde então, foram publicados trabalhos para a identificação da espécie e realizados estudos para o seu controle (Andrade Júnior et al., 2015, 2018; Gazziero; Silva, 2017), além do registro de resistência a herbicidas inibidores da EPSPs e ALS (Carvalho et al., 2015). Concomitantemente, foi criada a Comissão Técnica Estadual para Erradicação da Praga *A. palmeri* (CTEEPAP) com a participação do Ministério da Agricultura, Instituto de Defesa Agropecuária de Mato Grosso, Embrapa, Universidade Federal de Mato Grosso, Universidade de Várzea Grande, Instituto Mato-grossense do Algodão, Aprosoja e Empaer. Essa comissão foi criada com caráter consultivo e com a finalidade de assessorar o Indea-MT em relação à erradicação de *A. palmeri* (Mato Grosso, 2015b).

De acordo com a IN 86, *A. palmeri* foi considerada como “praga oficialmente controlada pelo Estado de Mato Grosso” com o objetivo de erradicá-la, levando à fiscalização do seu controle nas áreas de ocorrência. Isso resultou na necessidade de capinas manuais das plantas “escapes” para evitar a disseminação especialmente via sementes, já que uma planta pode produzir mais de 600.000, dependendo da cultura existente na área, época de emergência e espaçamento entre linhas (Chahal et al., 2015). A estratégia de tolerância “zero” se justifica se considerarmos que uma área, com apenas uma planta feminina, sendo mal manejada durante três anos, pode chegar a ter de 95 a 100 % de infestação com *A. palmeri* ao final desse período (Norsworthy et al., 2014).

Como resultado desse esforço por parte dos órgãos de fiscalização e da colaboração efetiva das propriedades identificadas com a espécie, acredita-se que o programa de erradicação foi eficiente, embora a espécie ainda não possa ser considerada erradicada. Além disso, devido à viabilidade que pode ter no solo e ao aumento das propriedades em que a espécie foi caracterizada, ainda se justifica a manutenção do estado de alerta e a continuidade no controle químico e manual da espécie.

A rápida e ampla divulgação realizada nos meios de comunicação e científico, assim como o grande número de discussões geradas entre especialistas da área em eventos científicos foi decorrente da importância que a espécie assumiu em áreas comerciais dos Estados Unidos e Argentina. Isso porque, além das perdas que podem ocorrer nas culturas [até 91 % na cultura do milho (Massinga et al., 2001), 78 % na cultura da soja (Bensch et al., 2003) e de 6 a 54% na cultura do algodão (Rowland et al., 1999; Morgan et al., 2001)], já existem inúmeros relatos de resistência de *A. palmeri* nos EUA, que podem mais que dobrar os custos de controle da espécie (Sosnoskie; Culppeper, 2014), além de reduzir o número de herbicidas alternativos para o seu controle.

Os inúmeros casos de resistência que a espécie possui a diferentes mecanismos de ação e de resistência múltipla nos Estados Unidos se deve à grande quantidade de sementes produzidas (o que leva à elevada população) e ao fato de possuir fecundação cruzada, o que garante a troca e a manutenção de alta diversidade genética (Montgomery et al., 2019). Nesse país, ocorreram vários relatos de resistência desde o primeiro registro em 1989. Nesse caso, foram relatados casos de resistência com um, dois, três e cinco sítios de ação (Tabela 1), totalizando 59 registros com diferentes ingredientes ativos e em diferentes estados americanos até o ano de 2019 (Heap, 2019; Chahal et al., 2015).

Entre os registros de resistência múltipla, destaca-se a resistência a inibidores da EPSPs e da ALS com ocorrência em nove estados americanos, coincidindo com o caso de resistência registrado no Brasil (chlorimuron-ethyl, clo-ransulam-methyl, glyphosate e imazethapyr) (Gonçalves Netto et al., 2016), o que já restringe inicialmente as opções de controle químico no país. Essa coincidência pode ser justificada pela provável entrada da espécie no país de maquinário usado comprado nos Estados Unidos sem a devida limpeza, já que essa acaba sendo uma das principais vias de disseminação da espécie. Isso porque *A. palmeri* retém 98% das sementes até a maturidade da soja, o que faz com que as sementes sejam colhidas juntamente com os grãos e sejam redistribuídas na área durante a operação (Schwartz-Lazaro et al., 2017).

Tabela 1. Registros de resistência de *A. palmeri* a diferentes mecanismos de ação de herbicidas nos Estados Unidos.

Mecanismo de ação		Ingredientes ativos
1 sítio de ação	Inibidores da ALS	1) Imazethapyr; 2) Chlorimuron-ethyl, diclosulam, imazaquin, imazethapyr e pyriithiobac-sodium; 3) Imazaquin e pyriithiobac-sodium; 4) Chlorimuron-ethyl; 5) Imazapic, imazaquin e imazethapyr; 6) Imazapic e imazethapyr; 7) Imazapic e pyriithiobac-sodium; 8) Imazethapyr e primisulfuron-methyl.
	Inibidores da EPSPs	Glyphosate
	Inibidores de microtúbulos	Trifluralin
	Inibidores do FII (Fotossistema II)	Atrazine
	Inibidores de carotenóides	Mesotrione, tembotrione e topramezone
	Inibidores de ácidos graxos de cadeia longa	S-metolachlor
	Auxinas sintéticas	2,4-D
2 sítios de ação	Inibidores da EPSPs e ALS	1) Glyphosate e pyriithiobac-sodium; 2) Chlorimuron-ethyl, glyphosate e pyriithiobac-sodium; 3) Glyphosate, pyriithiobac-sodium, thifensulfuron-methyl e trifloxysulfuron-sodium; 4) Glyphosate, imazethapyr e primisulfuron-methyl; 5) Glyphosate e imazapic; 6) Chlorimuron-ethyl e glyphosate.
	Inibidores da EPSPs e FII	Atrazine e glyphosate
	Inibidores da EPSPs e PROTOX	Fomesafen e glyphosate; 2) Fomesafen, glyphosate e lactofen
	Inibidores da ALS e PROTOX	Fomesafen, pyriithiobac-sodium e trifloxysulfuron-sodium.
	Inibidores da ALS e carotenóides	Imazethapyr, tembotrione e thifensulfuron-methyl
	Inibidores do FII e carotenóides	Atrazine, mesotrione, tembotrione e topramezone

Continua...

Tabela 1. Continuação.

	Mecanismo de ação	Ingredientes ativos
3 sítios de ação	Inibidores da ALS, FII e carotenóides	Atrazine, mesotrione, pyrasulfotole, tembotrione, thifensulfuron-methyl e topramezone;
	Inibidores da ALS, FII e EPSPs	Atrazine, glyphosate, imazapic e pyriithiobac-sodium.
5 sítios de ação	Inibidores da ALS, FII, carotenóides, EPSPs e auxinas sintéticas	2,4-D, atrazine, chlorsulfuron, glyphosate e mesotrione
	Inibidores da ALS, PROTOX, EPSPs, microtúbulos e ácidos graxos de cadeia longa	Acifluorfen-sodium, carfentrazone-ethyl, flumetsulam, fluthiacet-methyl, fomesafen, glyphosate, imazethapyr, lactofen, pendimethalin, pyraflufen-ethyl, pyriithiobac-sodium, s-metolachlor e trifloxysulfuron-sodium
	Inibidores do FII e carotenóides	Atrazine, mesotrione, tembotrione e topramezone

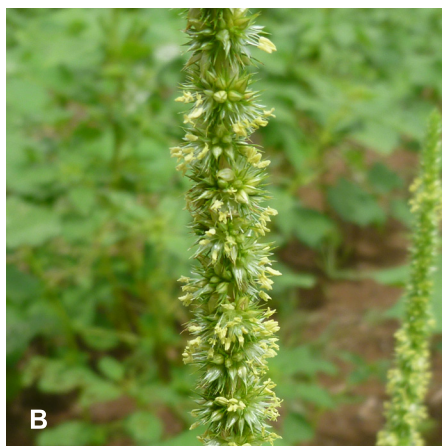
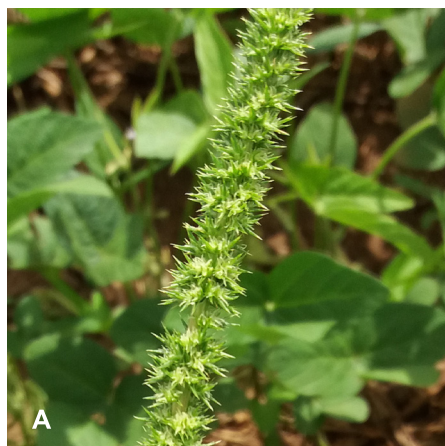
Fonte: Heap (2019).

Além do Brasil e Estados Unidos, há ainda o registro de resistência de *A. palmeri* a glyphosate na Argentina, onde a espécie também tem sido considerada um grande problema e de onde a princípio se esperava vir as sementes da espécie para disseminação no sul do Brasil. Israel também é outro país onde se registrou a resistência de *A. palmeri* a inibidores da ALS (Heap, 2019).

Identificação correta da espécie

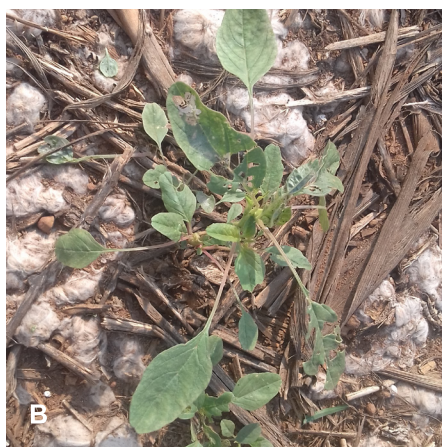
O primeiro passo para o manejo de uma planta daninha é a identificação da espécie. Entre as principais características, cita-se que a espécie é dioica, ou seja, possui plantas femininas e masculinas. Nesse caso, as plantas femininas possuem estruturas espinescentes na axila das folhas e inflorescências com brácteas espinhosas, facilmente percebidas pelo toque (Figura 1A), enquanto nas inflorescências masculinas se observam as anteras expostas (Figura 1B). Outra característica que pode ser observada nas plantas são folhas com ou sem manchas em forma de “v”, distribuídas simetricamente ao redor do caule (Figura 2A) e pecíolos de comprimento maior ou igual ao limbo foliar (Figura 2B) (Gazziero; Silva, 2017).

Existem algumas espécies que se assemelham a *A. palmeri* em alguns aspectos como *Amaranthus spinosus*, espécie considerada taxonomicamente mais próxima, por apresentar também grande porte, panículas longas e pecíolo maior que o limbo foliar. Outro exemplo de espécie semelhante é *Amaranthus bahiensis*, por ser também planta dióica, como relata Andrade Júnior et al. (2015, 2018). Por isso, para se certificar sobre a ocorrência da espécie, o Indea utiliza a identificação visual e a análise molecular (Andrade Júnior et al., 2018).



Fotos: Luis Henrique Metz (A)
Fernanda Satie Ikeda (B)

Figura 1. Planta feminina (A) e inflorescência masculina (B) de *Amaranthus palmeri*.



Fotos: Fernanda Satie Ikeda (A e B)

Figura 2. Folhas de *Amaranthus palmeri* com manchas em “v” e distribuição simétrica ao redor do caule (A). Folhas com pecíolos mais longos que o limbo foliar (B).

Biologia e controle de *A. palmeri*

A alta prolificidade na produção de sementes da espécie faz com que rapidamente seu banco de sementes no solo seja ampliado ou reposto. Por isso, a importância da retirada das plantas que sobreviveram ao controle químico da área antes da emissão das inflorescências e produção de sementes. Nesse caso, frisa-se a necessidade não apenas da capina, mas que as plantas sejam retiradas da área, pois podem facilmente rebrotar de caules remanescentes da capina, assim como se restabelecer pelo contato do solo com a raiz arrancada ou mesmo pela emissão de raízes em partes da planta em contato com o solo (Figura 3).

Há na literatura estudo que cita que cerca de 70 % das plantas cortadas a 15 cm do solo conseguem sobreviver, atingir uma altura de aproximadamente 1 m e produzir cerca de 116.000 sementes, enquanto 27 % das plantas cortadas a 3 cm conseguem produzir ainda aproximadamente 28.000 sementes (Sosnoskie et al., 2014). Além disso, a incorporação de partes da planta ao solo também não seria recomendada já que há evidências de seu efeito alelopático em culturas como cenoura, cebola e sorgo (Menges, 1988¹ citado por Chahal et al., 2015).

Fotos: Fernanda Satie Ikeda (A e B)



Figura 3. Rebroto de planta de *Amaranthus palmeri* cortada na capina (A) e emissão de raízes da parte aérea cortada na capina em contato com o solo (B).

1 MENGES, R. M. Allelopathic effects of Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) on seedling growth. Weed Science, v. 36, n. 3, p. 325–338, 1988.

Embora as temperaturas de dia e de noite mais adequadas para a germinação de *A. palmeri* sejam de 35 °C e 30 °C, respectivamente, e a espécie seja considerada mais tolerante a altas temperaturas (Guo; Al-Khatib, 2003), acredita-se que a prática do não revolvimento do solo, amplamente adotado no estado de Mato Grosso, possa reduzir mais rapidamente a viabilidade e aumentar a deterioração das sementes ao longo dos anos, reduzindo sua persistência no solo (Korres et al., 2018). Isso porque, em estudo conduzido nos Estados Unidos, verificou-se que a viabilidade das sementes de *A. palmeri* a 1 cm de profundidade foi de 9 %, enquanto a 40 cm de profundidade foi de 22 % após 36 meses de estudo realizado com a espécie (Sosnoskie et al., 2013).

As sementes na superfície por estarem mais expostas, também seriam mais facilmente predadas por artrópodes e roedores (Sosnoskie et al., 2013), assim como suas plântulas, a exemplo do que ocorre com várias espécies de plantas daninhas (Blubaugh; Kaplan, 2015). Nesse caso, o plantio direto seria também uma forma de controle cultural (Maciel, 2014).

O controle químico de *A. palmeri* provavelmente se estenderá ainda por muitos anos nas áreas infestadas em Mato Grosso e, considerando-se a facilidade com que a espécie pode desenvolver mecanismos de resistência a herbicidas e a importância da rotação de mecanismos de ação no controle, acredita-se que a melhor forma de conseguir isso e assim reduzir a pressão de seleção, seja por meio da rotação de culturas (Christoffoleti et al., 2016). Além disso, esse seria um modo de também modificar as condições em que a espécie irá crescer e se desenvolver como, por exemplo, densidade e arranjos populacionais, possibilitando também o seu controle cultural (Maciel, 2014). Um exemplo resultante dessas diferenças é a amplitude do período de emergência de *A. palmeri* nas culturas. Em Mato Grosso, verificamos que na cultura do algodão esse período se estende por aproximadamente 60 dias, enquanto para o milho esse período é reduzido para a metade, devido ao fechamento mais rápido da cultura (Figura 4), considerando-se espaçamentos de 0,76 m para a primeira e de 0,45 m para a segunda e que ambas as culturas foram cultivadas na segunda safra.

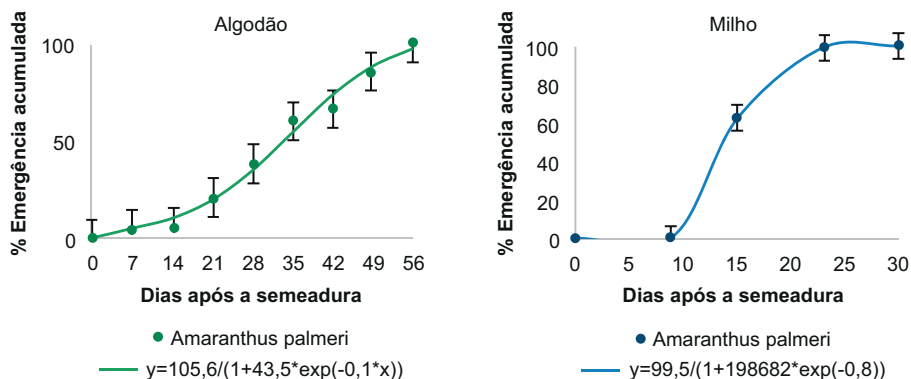


Figura 4. Porcentagem de emergência acumulada de *Amaranthus palmeri* na cultura do algodoeiro e do milho em Mato Grosso.

Outra diferença entre as culturas e que pode contribuir com o controle cultural seria o metabolismo da planta. A cultura da soja e do algodão possuem metabolismo do tipo C3, sendo menos eficientes na produção de carboidratos do que as do tipo C4 como o milho e as braquiárias. *A. palmeri* por ser também espécie do tipo C4 teria um rápido crescimento, podendo atingir 2 m de altura em locais sem competição com outras plantas, atingindo essa altura em solos aluviais ricos, enquanto em solos mais secos essa altura pode chegar a muitos centímetros (Smith, 1900). Em Mato Grosso, Andrade Júnior et al. (2018) verificaram variação no crescimento de plantas de *A. palmeri* de acordo com o tamanho de planta, sendo de 1,0 cm a 1,5 cm / dia em plantas menores, enquanto em uma das plantas avaliadas chegaram a observar a média de 8,2 cm de crescimento por dia. Em relação à altura, em outro ensaio que realizamos na cultura da soja em Mato Grosso, verificamos que a altura e o diâmetro do caule médios das plantas de *A. palmeri* no fechamento das entrelinhas da cultura foram de 1,08 m e 21,4 mm, enquanto em ensaio com algodão a altura das plantas foi similar e na cultura do milho, significativamente menor (Figura 5).

Em Mato Grosso, acredita-se que o seu desenvolvimento seria favorável, já que *A. palmeri* apresenta as maiores taxas fotossintéticas em temperaturas entre 36 °C e 46 °C (Guo; Al-Khatib, 2003). Além disso, entre outros fatores que contribuem para seu grande crescimento em temperaturas mais elevadas, encontra-se a termoestabilidade do seu aparato fotossintético, aliado a um sistema radicular mais desenvolvido (Guo; Al-Khatib, 2003).



Fotos: Fernanda Satie Ikeda (A, B e C)

Figura 5. Plantas de *A. palmeri* nas culturas da soja (A), milho (B) e algodão (C).

Entre produtores de algodão, em Mato Grosso, é muito comum a sucessão soja-algodão na primeira e na segunda safra, respectivamente. Nessa sucessão, considerando-se a importância da rotação de mecanismos de ação e que para isso os herbicidas aplicados em pré-emergência podem ser uma ferramenta importante, verificamos que a aplicação de herbicidas nessa modalidade também facilitaria o controle da espécie em pós-emergência, devido à emergência escalonada que *A. palmeri* apresenta (Figura 4). Para isso, realizamos estudos de controle de *A. palmeri* envolvendo a aplicação de herbicidas em pré-emergência com ou sem a aplicação de herbicidas em pós-emergência nas culturas da soja e do algodão em sucessão.

Nesses estudos, observamos que a aplicação isolada dos herbicidas pendimethalin em pré-emergência na cultura da soja e dos herbicidas s-metolachlor e trifluralin na cultura do algodão não proporcionaram bom controle da espécie (menores do que 80 %), sendo necessária a aplicação de herbicidas em pós-emergência (Tabela 2). Isso se deve em parte ao fato do período de meia-vida dos herbicidas pendimethalin, s-metolachlor e trifluralin (44 dias, 50 dias e 45 dias, respectivamente [(Rodrigues; Almeida, 2011)] ser infe-

Tabela 2. Tratamentos herbicidas em pré e pós-emergência na sucessão soja-algodão para controle de *Amaranthus palmeri* em Mato Grosso.

	Pré (g ha ⁻¹)	Pós (g ha ⁻¹)	7 DAA ¹	14 DAA
Soja	Pendimethalin (1.400)	Fomesafen (250)	97,3 a	93,8 a
	Pendimethalin (1.400)	Lactofen (180)	98,8 a	98,8 a
	Pendimethalin (1.400)	Bentazon (600)	80,0 b	68,8 b
	Pendimethalin (1.400)	[Bentazon + Imazamox] [600 + 28]	78,8 b	66,5 b
	Pendimethalin (1.400)	-	77,5 b	73,3 b
	Pendimethalin (1.800)	-	86,5 b	67,5 b
	Testemunha capinada		100,0 a	100,0 a
	Testemunha não capinada		0,0 c	0,0 c
	F _{herbicida}		62,4**	79,7**
	CV (%)		5,64	5,40
Algodão	S-metolachlor (1.200)	Amônio-glufosinato (400)	96,5 a	98,5 a
	Trifluralin (1.800)	Amônio-glufosinato (400)	95,8 a	96,3 a
	S-metolachlor (1.200)	Amônio-glufosinato (400)	97,8 a	97,0 a
	Trifluralin (1.800)	Amônio-glufosinato (400)	98,3 a	98,8 a
	S-metolachlor (1.200)	-	76,0 b	76,8 b
	Trifluralin (1.800)	-	61,8 c	69,3 b
	Testemunha capinada		100,0 a	100,0 a
	Testemunha não capinada		0,0 d	0,0 c
	F _{herbicida}		169,3**	117,8**
	CV (%)		4,03	

¹ DAA: dias após a aplicação.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Os dados foram transformados pela função $\sqrt{x + 0,5}$.

rior ao período crítico de prevenção de interferências estimado para a soja de 33 dias a 66 dias após a emergência da soja no sistema plantio direto (Nepomuceno et al., 2007) e o período crítico de prevenção de interferência de aproximadamente 82 dias após a emergência estimado para a cultura do algodão para 5 % de perdas no rendimento (Cardoso et al., 2010).

Os herbicidas pendimethalin, s-metolachlor e trifluralin são não-ionizáveis, por isso permanecem na forma molecular na solução do solo (Silva et al., 2014). No caso dos herbicidas pendimethalin e trifluralin, a mobilidade no solo é considerada baixa (Signori; Deuber, 1979; Belden et al., 2003) e com resultados semelhantes em solos argilosos e arenoso no controle de *A. palmeri* (Gonçalves Neto et al., 2019). O s-metolachlor pode percolar a maiores profundidades, dependendo da precipitação acumulada e, com isso, pode ocorrer redução de sua eficácia nas camadas mais superficiais do solo (Nunes; Vidal, 2016), o que pode justificar em parte o menor controle que obtivemos em relação ao observado por Gonçalves Neto et al. (2019). Além disso, esses autores aplicaram dose maior do herbicida (1440 g ha^{-1}) e obtiveram maior controle de *A. palmeri* com s-metolachlor em solos arenosos (94,8 %) do que em solos argilosos (87,0 %).

Considerando-se o esforço para erradicação da espécie no estado de Mato Grosso e que a falta de controle pode resultar em maior quantidade de plantas a serem controladas manualmente, controles superiores a 90% seriam os mais desejados. Assim, na cultura da soja, observamos que os melhores resultados de controle foram obtidos com a combinação da aplicação de pendimethalin em pré-emergência com fomesafen ou lactofen em pós-emergência nas duas avaliações realizadas, sendo que ambos os tratamentos resultaram em controle superior a 90 % (Tabela 2). Em estudo realizado em casa de vegetação, verificou-se também que a aplicação de doses de 125 g ha^{-1} e 250 g ha^{-1} de fomesafen controlou eficazmente *A. palmeri* com 2 folhas a 4 folhas, enquanto apenas a maior dose proporcionou bom controle de plantas com 6 folhas a 8 folhas (Gonçalves Neto et al., 2019). Em outro estudo com 47 acessos de *A. palmeri* em diferentes áreas dos Estados Unidos, a aplicação do herbicida lactofen também apresentou controle acima de 96 % (Bond et al., 2006).

O mesmo resultado não foi obtido com a aplicação em pós-emergência de bentazon e [bentazon+imazamox], sendo que o controle que observamos com esses tratamentos se deve principalmente à aplicação em pré-emergência de pendimethalin, já que não diferiram da aplicação isolada desse herbicida (Tabela 2). Além disso, em outro estudo com a aplicação de bentazon em estágio próximo ao que aplicamos (6 folhas a 9 folhas), o controle de bentazon foi de apenas 7 % a 13 % (Grichar, 1997).

Na cultura do algodão, tanto a aplicação de s-metolachlor como de trifluralin em pré-emergência com a aplicação de amônio-glufosinato em pós-emergência também apresentaram controle superior a 90 % (Tabela 2). Acredita-se que tal resultado seja decorrente do efeito complementar do amônio-glufosinato no controle de *A. palmeri*, já que se observou menor controle com a aplicação isolada dos herbicidas s-metolachlor e trifluralin em pré-emergência. Além disso, a aplicação com amônio-glufosinato foi realizada quando o algodão apresentava seis folhas, mantendo o controle de *A. palmeri* até o estágio de 12 folhas, estágio a partir do qual não interfere na produtividade de algodão em caroço (Macrae et al., 2013).

A aplicação combinada de herbicidas em pré e pós-emergência também possibilitou o controle antes da fase em que o *A. palmeri* tem rápido crescimento, 21 dias a 63 dias após a emergência do algodão (Fast et al., 2009), já que a aplicação em pré-emergência retardou a emergência da espécie. Em outro estudo em casa de vegetação, observou-se que a aplicação de 400 g ha⁻¹ de amônio-glufosinato controlou totalmente plantas de *A. palmeri* com 2 folhas a 4 folhas, assim como plantas com 6 folhas a 8 folhas (Gonçalves Netto et al., 2019). Esses seriam os estádios mais recomendados e para os quais seria melhor efetuar a aplicação, embora em estudo que conduzimos, tenha se verificado elevado controle com plantas mais desenvolvidas (12 folhas a 17 folhas) (Figura 6, Tabela 2).

O controle tardio proporciona maior flexibilidade na aplicação em pós-emergência, embora esperar por esse estágio de aplicação possa ser um risco, já que o fluxo de emergência de *A. palmeri* é escalonado (Figura 4) e que a planta se desenvolve muito rapidamente. Outro aspecto ainda favorável em relação à aplicação de amônio-glufosinato se deve ao fato de ainda não haver nenhum relato de resistência da espécie ao herbicida (Tabela 2).

As diferenças que observamos entre os tratamentos na cultura da soja não interferiram no controle de *A. palmeri* obtido na cultura em sucessão, do mesmo modo que não interferiram na produtividade e componentes de produção do algodoeiro. Isso em parte porque as inflorescências das plantas que sobraram do controle nas parcelas foram retiradas conforme eram emitidas e as plantas nas parcelas foram arrancadas após a última avaliação de controle de forma a não ampliar o banco de sementes já existente.

As rotações de culturas mais comuns entre os produtores de soja e algodão são com o milho na primeira safra em rotação com a soja ou o milho na segunda safra em rotação com o algodão, podendo ser consorciado ou não com a braquiária, antecedendo a soja na safra seguinte (Bogiani; Ferreira, 2017). Nesse caso, o consórcio com braquiárias seria uma das melhores formas de se obter palhada no Cerrado e que poderia contribuir no controle cultural de *A. palmeri*

(Ikeda; Cavalieri, 2015). Dessa forma, conduzimos outro ensaio para avaliar o controle de *A. palmeri* com a aplicação de herbicida em pré-emergência e/ou pós-emergência em milho solteiro e consorciado com capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu, sinônimo *Brachiaria brizantha* cv. Marandu), além de verificar o controle cultural proporcionado pelo consórcio.



Foto: Fernanda Satie Ikeda

Figura 6. Controle de *Amaranthus palmeri* com amônio-glufosinato aos 14 dias após a aplicação.

Assim, a aplicação de atrazine apenas em pré-emergência não se mostrou eficaz para o controle de *A. palmeri* no milho solteiro, enquanto o controle obtido para esse tratamento no consórcio de milho com capim-marandu se deve também ao controle cultural proporcionado pelo consórcio (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagem de controle (%) de *Amaranthus palmeri* com aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência em milho solteiro (M) e consorciado com capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) (M+B) em Mato Grosso.

Pré (g ha ⁻¹)	Pós (g ha ⁻¹)	Controle (%)					
		7 DAA ¹		14 DAA		21 DAA	
		M	M+B	M	M+B	M	M+B
-	Tembotrione + Atrazine (51 + 1.500)	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA
Atrazine (2.500)	-	43,0 bB	80,6 aA	38,9 bB	80,6 aA	35,6 bB	81,1 aA
Atrazine (2.500)	Tembotrione + Atrazine (50 + 1.500)	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	99,3 aA	100,0 aA
Testemunha capinada		100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	100,0 aA	99,3 aA
Testemunha não-capinada		0,0 bB	79,0 aA	0,0 bB	74,0 aA	0,0 bB	86,0 aA
F _{sistema}		14,23**		14,15**		20,28**	
F _{herbicida}		16,33**		18,02**		18,11**	
F _{sistemaxherbicida}		5,94**		5,72**		8,24**	
CV (%)		27,2		27,4		25,9	

¹ DAA: dias após a aplicação.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha para a mesma época de avaliação de controle, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Os dados foram transformados pela função $\sqrt{x + 0,5}$.

Os melhores resultados foram aqueles em que houve a aplicação da associação de tembotrione com atrazine (maiores do que 99 %), tanto com como sem a aplicação em pré-emergência de atrazine em milho solteiro

ou consorciado (Tabela 3), mesmo com a aplicação sendo realizada aos 21 dias após a semeadura ou quando o milho se encontrava no estágio V5. Em outro estudo, nesse mesmo estágio de desenvolvimento do milho, a aplicação isolada de 92 g ha⁻¹ de tembotrione proporcionou menor controle de *A. palmeri* (ao redor de 60 %) ao que obtivemos, sendo necessária a combinação com thiencazuron e dicamba (Crow, 2014) para obter controle semelhante ao que observamos.

A associação de atrazine com tembotrione seria importante também para o controle de soja voluntária, problema comumente encontrado na cultura do milho em sucessão à soja. Isso por que o herbicida atrazine é excelente para aplicações com esse alvo, enquanto o tembotrione não proporciona controle satisfatório (Dan et al., 2011).

Diante desses resultados e considerando-se o custo de controle para cada tratamento, pode-se incorrer na aplicação apenas em pós-emergência dessa associação, mas ressalta-se que tanto a aplicação em pré-emergência como a consorciação com o capim-marandu proporcionam outros meios de controle (alelopatia, supressão por sombreamento, ataque de insetos), que reduziram a pressão de seleção de biótipos da espécie com resistência a herbicidas. Além disso, em outro trabalho, verificou-se que embora o custo tenha sido maior com as aplicações em pré e pós-emergência para controle de *A. palmeri* com resistência múltipla em milho, houve maior retorno líquido com essas duas modalidades de aplicação devido ao maior controle e produtividade do milho (Chahal et al., 2018).

Assim, entre outros resultados obtidos com esse ensaio, observamos diferença na densidade de plântulas de *A. palmeri* emergidas entre as parcelas capinadas de milho solteiro e consorciado com capim-marandu (Figura 7). Embora a porcentagem de emergência acumulada seja semelhante entre os dois sistemas (Figura 4), o número de plantas emergidas foi menor no consórcio de milho com o capim-marandu nas avaliações realizadas aos 14 DAA, 21 DAA e 28 DAA (Figura 7). Isso se deve em parte à supressão proporcionada pelo sombreamento da cultura consorciada ou mesmo de efeito alelopático que essa forrageira apresenta (Ikeda et al., 2013; Martins et al., 2006).

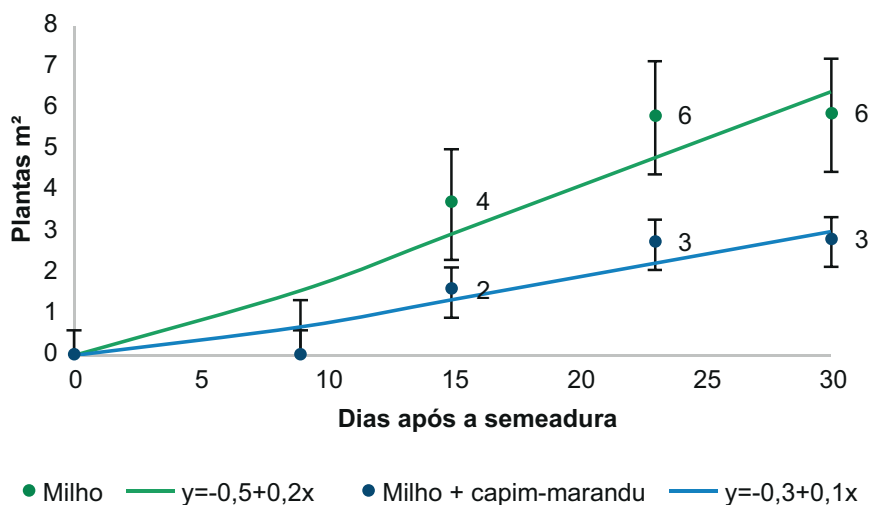


Figura 7. Emergência acumulada de *Amaranthus palmeri* em milho solteiro e milho consorciado com capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) em Mato Grosso.

Fotos: Fernanda Satie Ikeda (A e B)

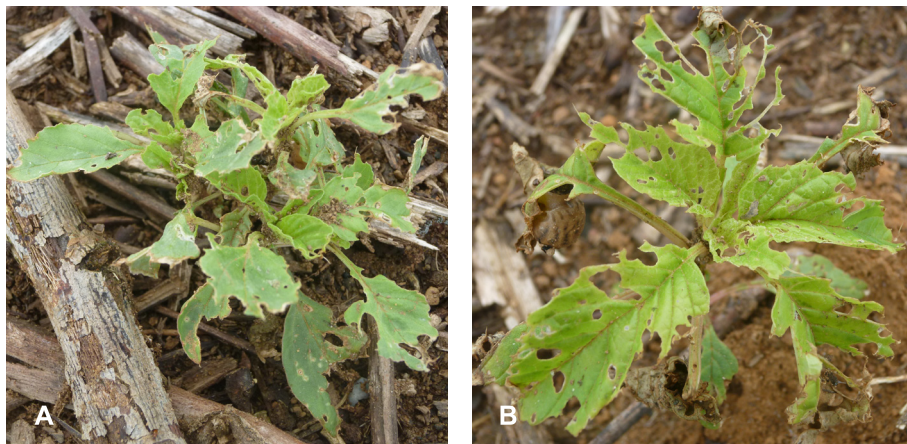


Figura 8. Plantas de *Amaranthus palmeri* atacadas por insetos.

No entanto, acredita-se que também há provavelmente um controle biológico por insetos que devem se alimentar das plântulas, já que nas avaliações sempre se observaram plântulas cortadas ou com folhas comidas por insetos (Figura 8). Na literatura, cita-se *A. palmeri* como hospedeiro preferencial de *Lygus lineolaris* e *Polymerus basal* (Snodgrass et al., 1984), assim como foi considerada como planta associada a *Nezara viridula* (Esquivel et al.,

2018), embora não tenham sido identificadas as espécies que ocorriam nas áreas dos experimentos. Isso também explicaria as diferenças encontradas na emergência acumulada de plântulas de *A. palmeri* entre as parcelas capinadas (Figura 7) e as não capinadas aos 28 dias após a semeadura ou 7 dias após a aplicação em pós-emergência. Assim, observamos redução na emergência de plântulas nas parcelas não-capinadas de 33 % no milho solteiro e de 67 % no milho consorciado em comparação às parcelas capinadas.

Nesse ensaio também observamos que a aplicação de atrazine em pré-emergência, mesmo na dose de 2.500 g ha⁻¹, causou fitointoxicação muito leve no capim-marandu (Tabela 4 e Figura 8). Embora na comparação entre médias de massa seca de capim-marandu não tenham sido observadas diferenças estatísticas (Tabela 4), observamos que a média obtida com a aplicação apenas em pré-emergência foi próxima daquela com a testemunha não-capinada, cujo controle de *A. palmeri* foi semelhante. Isso demonstraria a competição da planta daninha com a forrageira se considerarmos que a massa seca na testemunha capinada foi cerca de 40 % maior em relação a esses tratamentos.

A aplicação da associação de tembotrione com atrazine causou fitointoxicação inicial de aproximadamente 40 %, reduzindo para próximo de 25 % aos 21 dias após a aplicação desses herbicidas em pós-emergência, sem ter efeito significativo em relação à massa seca e densidade do capim-marandu (Tabela 4). Esse resultado demonstrou que o capim-marandu é mais tolerante que o capim-ruiziensis (*Urochloa ruziziensis*) à aplicação de tembotrione+atrazine, já que na segunda forrageira se observou fitointoxicação ao redor de 80 % para as doses de 50 g ha⁻¹ e 1.000 g ha⁻¹, respectivamente (Adegas et al., 2011).

Tais resultados podem ser considerados positivos pensando na formação de palhada que pode contribuir com o controle de *A. palmeri* na cultura da soja em sucessão ao milho (Figura 10). O aumento de palhada na cobertura do solo pode aumentar o controle de *A. palmeri* (Price et al., 2016), podendo chegar a mais de 80% com 14 t de palhada (Webster et al., 2013). Isso porque a germinação de sementes de *A. palmeri* no escuro é reduzida quando comparada à condição de luz (Jha et al., 2010). Além disso, a palhada pode atrasar o controle de *A. palmeri* em pós-emergência, o que pode proporcionar mais flexibilidade no controle da espécie (Wiggins et al.,

2015). Embora o controle cultural possa contribuir no controle de *A. palmeri*, consideramos que seja necessária a associação com o controle químico, principalmente em decorrência da necessidade de erradicação da espécie.

Tabela 4. Porcentagem de fitointoxicação, massa seca (MS) e densidade de plantas de capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) com a aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência em milho consorciado com capim-marandu para controle de *Amaranthus palmeri* em Mato Grosso.

Pré (g ha ⁻¹)	Pós (g ha ⁻¹)	Fitointoxicação (%)			MS (g m ⁻²)	Densidade (plantas m ⁻²)
		7 DAA ¹	14 DAA	21 DAA		
-	Tembotrione + Atrazine (51 + 1.500)	37,5 a	28,8 a	27,5 a	58,8	38,0
Atrazine (2.500)	-	0,0 b	1,4 b	0,0 b	107,0	30,4
Atrazine (2.500)	Tembotrione + Atrazine (50 + 1.500)	40,6 a	27,8 a	23,6 a	73,5	41,1
Testemunha capinada		0,0 b	0,0 b	0,0 b	153,1	30,0
Testemunha não-capinada		0,0 b	0,0 b	0,0 b	115,2	28,4
F _{sistema}		531,0**	111,99**	79,76**	49,61**	93,05**
F _{herbicida}		234,2**	41,69**	31,82**	1,2ns	0,61ns
F _{sistemaxherbicida}		234,2**	41,69**	31,82**	1,2ns	0,61ns
CV (%)		8,6	24,1	21,6	52,6	30,5

¹ DAA: dias após a aplicação.

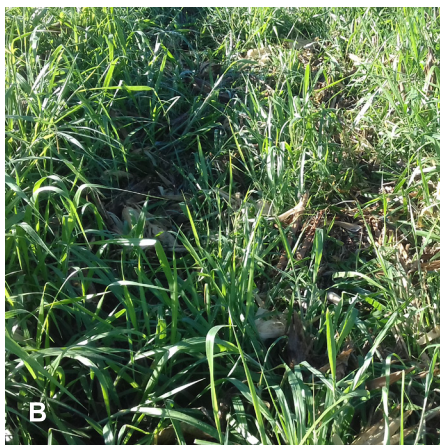
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados foram transformados pela função $\sqrt{x + 0,5}$.



Fotos: Fernanda Satie Ikeda (A e B)

Figura 9. Fitointoxicação de atrazine em pré-emergência (A) e de tembotrione + atrazine em pós-emergência (B) em capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) aos 7 dias após a aplicação em pós-emergência.



Fotos: Fernanda Satie Ikeda (A e B)

Figura 10. Cobertura vegetal de *Urochloa brizantha* cv. Marandu após a colheita do milho com aplicação de atrazine em pré-emergência (A) e de tembotrione+atrazine (B) em pós-emergência.

Agradecimentos

Ao CNPq por financiar o projeto e à fazenda por disponibilizar a área e auxiliar na condução do ensaio.

Referências

- ADEGAS, F. S.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. Manejo de plantas daninhas em milho safrinha em cultivo solteiro ou consorciado à braquiária ruziziensis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1226-1233, 2011.
- ANDRADE JUNIOR, E. R. de; CAVENAGHI, A. L.; GUIMARÃES, S. C.; CARVALHO, S. J. P. de. **Primeiro relato de *Amaranthus palmeri* no Brasil em áreas agrícolas no estado de Mato Grosso**. Cuiabá, MT: IMAMT, 2015. (IMAMT. CIRCULAR TÉCNICA, 19).
- ANDRADE JUNIOR, E. R. de; CAVENAGHI, A. L.; GUIMARÃES, S. C.; SCOZ, L. B.; LÓPEZ OVEJERO, R. F. **Alternativas para controle químico e identificação molecular de *Amaranthus palmeri***. Cuiabá: Instituto Mato-Grossense do Algodão, 2018. (IMAMT. Circular Técnica, 33).
- BELDEN, J. B.; PHILLIPS, T. A.; HENDERSON, K. L.; CLARK, B. W.; LYDY, M. J.; COATS, J. R. Persistence, mobility, and bioavailability of pendimethalin and trifluralin in soil. In: COATS, J. R.; YAMAMOTO, H. **Environmental fate and effects of pesticides**. Washington, DC: ACS Symposium Series; American Chemical Society, 2003. Chapter 10, p. 167-177.
- BENSCH, C. N.; HORAK, M. J.; PETERSON, D. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), Palmer amaranth (*Palmer amaranth*), and common waterhemp (*A. rudis*) in soybean. **Weed Science**, v. 51, n.1, p. 37-43, 2003.
- BOGIANI, J. C.; FERREIRA, A. C. de. **Plantas de cobertura no sistema soja-milho-algodão no Cerrado**. Piracicaba: IPNI, 2017. (Informações Agronômicas. IPNI, 160).
- BOND, J. A.; OLIVER, L. R.; STEPHENSON, D. O. Response of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) accessions to glyphosate, fomesafen, and pyriithobac. **Weed Technology**, v. 20, n. 4, p. 885-892, 2006.
- BLUBAUGH, C. K.; KAPLAN, I. Tillage compromises weed seed predator activity across developmental stages. **Biological Control**, v. 81, p. 76-82, 2015.
- CARDOSO, G. D.; ALVES, P.L. da C. A.; BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, L. S. do. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida 'BRS Safira'1. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 456-462, 2010.

CARVALHO, S. J. P.; GONÇALVES NETTO, A.; NICOLAI, M.; CAVENAGHI, A. L.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Detection of glyphosate-resistant palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) in agricultural areas of Mato Grosso, Brazil. **Planta Daninha**, v. 33, n. 3, p. 579-586, 2015.

CHAHAL, P. S.; AULAKH, J. S.; JUGULAM, M.; JHALA, A. J. Herbicide-resistant palmer amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Wats.) in the United States: Mechanisms of resistance, impact, and management. In: PRICE, A.; KELTON, J.; SARUNAIT, L. **Herbicides, Agronomic Crops and Weed Biology**. London: IntechOpen, 2015. Chapter 1. p. 1-29.

CHAHAL, P. S.; GANIE, Z. A.; JHALA, A. J. Overlapping residual herbicides for control of Photosystem (PS) II- and 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD)-inhibitor-resistant palmer amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Watson) in glyphosate-resistant maize. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, 2018. Article 2231.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-EVEJERO, R. F.; BORGATO, E. A.; GONÇALVES NETO, A.; MELO, M. S. C. de. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: termos e definições importantes. In: CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 4. ed. Piracicaba: Esalq, 2016. p. 11-32.

CROW, W. D. **Glyphosate resistant palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) management late-season and POST-harvest in corn production systems**. 2014. 49 p. Thesis (Master of Science) – University of Tennessee, Tennessee, 2014.

DAN, H. A.; PROCÓPIO, S. O.; BARROSO, A. L. de L.; DAN, L. G. de M.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N. Controle de plantas voluntárias de soja com herbicidas utilizados em milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 253-257, 2011.

ESQUIVEL, J. F.; MUSOLIN, D. L.; JONES, W. A.; RABITSCH, W.; GREENE, J. K.; TOEWS, M. D.; SCHWERTNER, C. F.; GRAZIA, J.; McPHERSON, R. M. *Nezara viridula*. In: McPHERSON, J. E. **Invasive stink bugs and related species (Pentatomidae)**: biology, higher systematics, semiochemistry, and management. Boca Raton: CRC Press, 2018.

FAST, B. J.; MURDOCK, S. W.; FARRIS, R. L.; WILLIS, J. B.; MURRAY, D. S. Critical timing of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) removal in second-generation glyphosate-resistant cotton. **The Journal of Cotton Science**, v.13, n. 1, p. 32-36, 2009.

GAZZIERO, D. L. P.; SILVA, A. F. da. **Caracterização e manejo de *Amaranthus palmeri***. Londrina: Embrapa Soja, 2017. (Embrapa Soja. Documentos, 384).

GONÇALVES NETTO, A.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P.; BORGATO, E. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Multiple resistance of *Amaranthus palmeri* to ALS and EPSPs inhibiting herbicides in the state of Mato Grosso, Brazil. **Planta Daninha**, v. 34, n. 3, p. 581-587, 2016.

GONÇALVES NETTO, A.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P.; MALARDO, M. R.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Control of ALS- and EPSPS-resistant *Amaranthus palmeri* by alternative herbicides applied in pre- and post-emergence. **Planta daninha**, v. 37, 2019.

GRICHAR, W. J. Control of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) in peanut (*Arachis hipogaea*) with postemergence herbicides. **Weed Technology**, v. 11, n. 4, p. 739-743, 1997.

GUO, P.; AL-KHATIB, K. Temperature effects on germination and growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), palmer amaranth (*A. palmeri*), and common waterhemp (*A. rudis*). **Weed Science**, v. 51, n. 6, p. 869-875. 2003.

HEAP, I. **International survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em <<http://www.weedscience.org/Summary/ResistByActive.aspx>> Acesso em: 04 nov 2019.

IKEDA, F. S.; CAVALIERI, S. D. Sistemas integrados de produção para o manejo preventivo da resistência de *Amaranthus* spp. In: INOUE, M. H.; OLIVEIRA JR., R. S. de; MENDES, K. F.; CONSTANTIN, J. **Manejo de Amaranthus**. São Carlos: Rima Editora, 2015. p. 183-194.

IKEDA, F. S.; VICTORIA FILHO, R.; MARCHI, G.; DIAS, C. T. dos S.; PELISSARI, A. Interferências no consórcio de milho com *Urochloa* spp. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1763-1770, 2013.

JHA, P.; NORSWORTHY, J. K.; RILEY, M. B.; BRIDGES, W. Annual changes in temperature and light requirements for germination of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) seeds retrieved from soil. **Weed Science**, v. 58, n. 4, p. 426-432, 2010.

KORRES, N.; NORSWORTHY, J.; YOUNG, B.; REYNOLDS, D.; JOHNSON, W.; CONLEY, S.; BAGAVATHIANNAN, M. Seedbank persistence of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and Waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) across diverse geographical regions in the United States. **Weed Science**, v. 66, n. 4, p. 446-456, 2018.

MACIEL, C. D. G. Métodos de controle de plantas daninhas. In: MONQUERO, P. A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: Rima Editora, 2014. p. 129-144.

MACRAE, A. W.; WEBSTER, T. M.; SOSNOSKIE, L. M.; CULPEPPER, A. S.; KICHLER, J. M. Cotton yield loss potential in response to length of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) Interference. **The Journal of Cotton Science**, v. 17, n. 3, p. 227-232, 2013.

MARTINS, D.; MARTINS, C. C.; COSTA, N. V. Potencial alelopático de soluções de solo cultivado com *Brachiaria brizantha*: efeitos sobre a germinação de gramíneas forrageiras e plantas daninhas de pastagens. **Planta daninha**, v. 24, n. 1, p. 61-70, 2006.

MASSINGA, R.; CURRIE, R.; HORAK, M.; BOYER, J. Interference of palmer amaranth in corn. **Weed Science**, v. 49, n. 2, p. 202-208, 2001.

MATO GROSSO. Instrução normativa n. 47, de 15 de julho de 2015. Dispõe sobre medidas fitossanitárias para contenção e erradicação de *Amaranthus palmeri*, no estado de Mato Grosso. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso**, Cuiabá, 15 jul. 2015a. Ano. CXXV, n. 26576, p. 33. Disponível em: < <https://www.iomat.mt.gov.br/portal/edicoes/download/14131> >. Acesso em: 10 nov. 2019.

MATO GROSSO. Instrução normativa INDEA-MT n. 86/2015, de 04 de dezembro de 2015. Dispõe sobre a erradicação de *Amaranthus palmeri*, no estado de Mato Grosso. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso**, Cuiabá, 04 dez. 2015b. Ano. CXXV, n. 26673, p. 98-99. Disponível em: < <https://www.iomat.mt.gov.br/portal/edicoes/download/14309> >. Acesso em: 10 nov. 2019.

MORGAN, G. D.; BAUMANN, P. A.; CHANDLER, J. M. Competitive impact of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) on cotton (*Gossypium hirsutum*) development and yield. **Weed Technology**, v. 15, n. 3, p. 408-412, 2001.

MONTGOMERY, J. S.; SADEQUE, A.; GIACOMINI, D. A.; BROWN, P. J.; TRANEL, P. J. Sex-specific markers for waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) and palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*). **Weed Science**, v. 67, n. 4, p. 412-418, 2019.

NEPOMUCENO, M.; ALVES, P. L. C. A.; DIAS, T. C. S.; PAVANI, M. C. M. D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta daninha**, v. 25, n. 1, p. 43-50, 2007.

NORSWORTHY, J. K.; GRIFFITH, G.; GRIFFIN, T.; BAGAVATHIANNAN, M.; GBUR, E. E. In-field movement of glyphosate resistant palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and its impact on cotton lint yield: evidence supporting a zero-threshold strategy. **Weed Science**, v. 62, n. 2, p. 237-249, 2014.

NUNES, A. L.; VIDAL, R. A. Leaching of the s-metolachlor herbicide associated with paraquat or glyphosate in a no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 3, p. 254-258, 2016.

PRICE, A. J.; MONKS, C. D.; CULPEPPER, A. S.; DUZY, L. M.; KELTON, J. A.; MARSHALL, M. W.; STECKEL, L. E.; SOSNOSKIE, L. M.; NICHOLS, R. L. High-residue cover crops alone or with strategic tillage to manage glyphosate-resistant Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) in southeastern cotton (*Gossypium hirsutum*). **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 71, n. 1, p. 1-11, 2016.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6ª ed. Londrina: Ed. dos Autores, 2011.

ROWLAND, M. W.; MURRAY, D. S.; VERHALEN, L. M. Full-season palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) interference with cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Science**, v. 47, n. 3, p. 305–309, 1999.

SCHWARTZ-LAZARO, L. M.; GREEN, J. K.; NORSWORTHY, J. K. Seed retention of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in soybean. **Weed Technology**, v. 31, n. 4, p. 617-622, 2017.

SIGNORI, L. H.; DEUBER, R. Lixiviação de pendimethalin e napropamide em dois tipos de solos. **Planta daninha**, v. 2, n. 1, p. 40-43, 1979.

SILVA, A. A. da; D'ANTONINO, L.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA JUNIOR, S. de. Comportamento de herbicidas no solo. In: MONQUERO, P. A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: Rima Editora, 2014. p. 167-216.

SMITH, J. D. **Fodder and forage plants**: exclusive of the grasses. Washington: U. S. Department of Agriculture, 1900. (Bulletin. U. S. Department of Agriculture. Division of Agrostology, 2)

SNODGRASS, G. L.; SCOTT, W. P.; SMITH, J. W. Host Plants and seasonal distribution of the tarnished plant bug (Hemiptera: Miridae) in the Delta of Arkansas, Louisiana, and Mississippi. **Environmental Entomology**, v. 13, n. 1, p. 110-116, 1984.

SOSNOSKIE, L. M.; CULPEPPER, A. S. Glyphosate-resistant palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) increases herbicide use, tillage, and hand-weeding in Georgia cotton. **Weed Science**, v. 62, n. 2, p. 393-402, 2014.

SOSNOSKIE, L. M.; WEBSTER, T. M.; CULPEPPER, S. Glyphosate resistance does not affect palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) seedbank longevity. **Weed Science**, v. 61, n. 2, p. 283-288, 2013.

SOSNOSKIE, L. M.; WEBSTER, T. M.; GREY, T. L.; CULPEPPER, A. S. Severed stems of *Amaranthus palmeri* are capable of regrowth and seed production in *Gossypium hirsutum*.

Annual Applied Biology, v. 165, n. 1, p. 147-154, 2014.

WEBSTER, T. M.; SCULLY, B. T.; GREY, T. L.; CULPEPPER, A. S. Winter cover crops influence *Amaranthus palmeri* establishment. **Crop Protection**, v. 52, p. 130-135, 2013.

WIGGINS, M. S.; MCCLURE, M. A.; HAYES, R. M.; STECKEL, L. E. Integrating cover crops and post herbicides for glyphosate-resistant palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) control in corn.

Weed Technology, v. 29, n. 3, p. 412-418, 2015.



Agrossilvipastoril

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL